



DESEMPENHO INOVATIVO NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS DA ECONOMIA BRASILEIRA

Gabriel Passos de Figueiredo*

Silvio Antonio Ferraz Cario**

Janaína Ruffoni***

Área de submissão ABEIN: 5.6 - Transferência de tecnologia e Processos de aprendizado. **JEL:** L69.

RESUMO

O artigo analisa o desempenho inovativo no setor de máquinas e equipamentos (M&E) da economia brasileira a partir das características das inovações, atividades, resultados e fontes do conhecimento utilizadas. Informações são da Pesquisa de Inovação (PINTEC) de 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014. Foram observados ganhos de capacidade de desenvolvimento tecnológico de um seletivo grupo de empresas, que impactaram o segmento. No plano dos processos produtivos, ocorreu avanço a partir de repasse tecnológico dos fornecedores, sendo referência o aumento do lançamento de “novos processos para o mercado nacional”. Retomou-se a importância e o investimento em P&D, assim como o aumento de lançamento de “novos produtos para o mercado nacional”. Como alternativa as custosas aquisições de novas M&E ou P&D para desenvolvimento tecnológico, aumentou a busca por absorver conhecimento de diferentes fontes. Os resultados sinalizaram aprendizado via *learning by doing, using, interacting*, e a retomada do *learning by searching*.

Palavras-chave: Inovação, Máquinas e Equipamentos (M&E), PINTEC.

ABSTRACT

The article analyzes the innovative performance in the Brazilian machinery and equipment (M&E) sector based in the characteristics of the innovations, activities, results and knowledge sources used. The information from the innovations survey (PINTEC) for 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014. Technological development capacity gains were observed in a select group of companies, which impacted the segment. Regarding production processes, the progress continues as a result of technological transfer of suppliers, despite the increase in the launch of "new processes for the domestic market". The importance and investment in R & D has increased, just as the launching of "new products for the domestic market". As an alternative to the costly acquisitions of new M & E or R & D for technological development, have increased the search for absorbing knowledge from different sources. The results indicated learning through doing, using, interacting, and the resumption of learning by searching.

Key-words: Innovation, Machinery and Equipment (M&E), PINTEC.

* Doutor em Economia junto ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: gabrielfigus@hotmail.com

** Doutor em Economia pelo IE/UNICAMP e Professor vinculado aos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Economia e Administração da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: fecario@yahoo.com.br

*** Doutora em Política Científica e Tecnológica pelo DPCT/UNICAMP, Professora Titular do Programa de Pós-Graduação em Economia da UNISINOS. E-mail: jruffoni@unisininos.com

1. INTRODUÇÃO

Bens de capital são utilizados na produção de outros bens ou para contínua prestação de serviços. Sua demanda se caracteriza como investimento de outros setores econômicos, que demandam bens de capital para aumentarem a capacidade produtiva ou a produtividades de seus processos. Esta demanda aumenta não apenas a capacidade de produção das firmas, mas a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) das economias. Potencializa, nestes termos, os efeitos multiplicativos do investimento e difundem progresso tecnológico ao longo das cadeias produtivas.

Na indústria de bens de capital existem tecnologias padronizadas de máquinas simples até sistemas complexos customizados intensivos em tecnologia para a produção de bens não existentes no mercado, produzidos sob-encomenda. Sendo assim, existe uma gama de segmentos produtores de bens de capital que incorporam tecnologia ao mercado, na medida que buscam atender a demanda de todo um sistema produtivo e de prestação de serviços.

As firmas produtoras de bens de capital delimitam-se em três gêneros: maquinaria elétrica, maquinaria mecânica (máquinas e equipamentos – M&E) e de material de transporte, sendo que apenas o segundo é constituído exclusivamente por bens de capital (VERMULM; ERBER, 2002). No Brasil, para o ano de 2015, M&E representou 10,5% da produção industrial. Este percentual foi maior no início da década (acima de 13%), em que a demanda agregada e a taxa de investimento se encontravam em ascensão.

Na teoria e na prática, os resultados tecnológicos (inovações) são derivados dos esforços e capacidades de as empresas absorverem, combinarem e desenvolverem conhecimento tecnológico. São realizados esforços de busca e transformação de conhecimentos e práticas que se desdobram em novas rotinas, capacidades e resultados no plano do desenvolvimento tecnológico. São desenvolvidas capacidades “dinâmicas” que reconfiguram as capacidades de as empresas absorverem, adaptarem e desenvolverem as novas tecnologias. Os processos de aprendizado, por sua vez, são mecanismos de transformação do conhecimento, que limitam ou potencializam o desenvolvimento das capacidades e suas respectivas inovações, dentro das trajetórias tecnológicas das empresas.

Por fornecer capacidade produtiva e difundir tecnologia, torna-se fundamental compreender as características das inovações do segmento de M&E, as fontes de conhecimento utilizadas, suas capacidades e resultados tecnológicos. Considerando que os processos de aprendizado condicionam a trajetória e o desenvolvimento das capacidades, e assim, os resultados em inovação das empresas, a análise deve se aprofundar em entender como ocorrem e quais são os processos de aprendizado desenvolvidos na produção de M&E.

Nestes termos, o objetivo do estudo é analisar o desenvolvimento inovativo do segmento de M&E da indústria nacional, a partir da análise das características das inovações, fontes de conhecimento utilizadas, atividades empregadas e resultados tecnológicos, de forma a vincular com os processos de aprendizagem. Os dados foram da Pesquisa de Inovação (PINTEC) dos anos 2003, 2005, 2008, 2011 e 2014 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Busca-se responder à pergunta: O desempenho inovativo na produção nacional de M&E tem demonstrado aumento das capacidades de desenvolvimento próprio de tecnologias, ou que se mantêm as necessidades do repasse tecnológico dos fornecedores? E, sob este quadro, como se manifestam os mecanismos de aprendizado tecnológico?

Para tal, o artigo contém cinco seções. Na segunda, é apresentada uma breve discussão sobre o processo de inovação, geração de capacidades tecnológicas, fontes de conhecimento e aprendizado das empresas. Na terceira, é feita uma contextualização dos padrões tecnológicos e de concorrência da indústria de bens de capital. Na quarta seção, é feita a descrição e análise dos dados. E, por fim, são apresentadas as conclusões.

2. INOVAÇÃO, CAPACIDADES TECNOLÓGICAS, FONTES DE CONHECIMENTO E MECANISMOS DE APRENDIZAGEM

A busca e o avanço tecnológico levam a rupturas tecnológicas marcadas por oportunidades econômicas com base no crescimento da produtividade (inovação em processo) ou na geração de novos mercados (inovação em produtos). Em meio as rupturas evoluem novos processos produtivos, novas empresas, organizações, outros produtos, até mesmo segmentos econômicos e novas relações sociais, na formação de um novo paradigma tecnológico e estrutura econômica.

As capacidades que as empresas apresentam em um paradigma/regime tecnológico podem, agora, não serem mais adequadas neste ambiente de concorrência dinâmica, em que as empresas se reposicionam em meio ao avanço tecnológico, de acordo com suas capacidades dinâmicas (tecnológicas), buscando explorar as oportunidades vigentes e potenciais (TEECE, 1986, 1994 e 2014).

Zahra et al (2006) destacam que três elementos devem ser esclarecidos, existe (1) a capacidade de a empresa resolver um problema (capacidade substantiva); (2) a presença da rápida mudança na fronteira de problemas (uma característica ambiental); e, (3) a capacidade de mudar a forma como a empresa resolve os seus problemas (uma capacidade dinâmica, de ordem superior, pois diz respeito a uma capacidade de alterar capacidades). O desenvolvimento das capacidades segue uma trajetória “dependente” do conhecimento acumulado pelas experiências e meios de aprendizados da empresa.

Assim, distingue-se capacidade substancial de capacidades dinâmicas. A primeira leva a resultados comuns, enquanto a segunda é capaz de alterar ou reconfigurar recursos e capacidades materiais existentes. Os resultados das capacidades dinâmicas diferem dos comuns, sustentando uma vantagem competitiva, que em grande parte se traduz em inovações (HELFAT; PETERAF, 2009). Desenvolver novos produtos é uma capacidade substantiva, enquanto a capacidade de reformar o modo de se desenvolvem novos produtos é uma capacidade dinâmica.

Wang e Ahmed (2007) identificam três componentes das capacidades dinâmicas que podem ser adotadas em um modelo de medição empírica: (i) capacidade de detecção (ou adaptação); (ii) capacidade de absorção; e, (iii) capacidade de inovação das empresas. A primeira diz respeito a capacidade de a empresa analisar e se adaptar as mudanças no ambiente dinâmico, utilizando os recursos disponíveis. A segunda diz respeito a como e de onde absorver conhecimento/tecnologia/processos externos e combiná-los com as capacidades e conhecimento característicos internos. Capacidades de inovação dizem respeito a capacidade de desenvolver tecnologias em processo ou produto, radicais ou incrementais, ou mesmo organizacionais. Por sua vez, os meios de aprendizado são os responsáveis pela formação das diferentes capacidades geradas em uma empresa, potencializando ou impondo limites para a construção destas capacidades (TEECE, 1994 e 2014; LUNDVALL, 2001; TEIXEIRA et al, 2016).

Devido as constantes mudanças nos padrões produtivos, na configuração dos mercados e preferências dos consumidores, assim como com o surgimento cada vez mais intenso de novas tecnologias, o conhecimento de hoje pode não ter relevância para as atividades de amanhã, e tal velocidade na criação e destruição do conhecimento necessário para o desenvolvimento das atividades se imprime em uma necessidade constante de aprendizado (FERNANDES, 2008).

Sendo assim, a capacidade dinâmica tem que ser construída e reconstruída de forma permanente. Diante do desenvolvimento das particularidades das capacidades que a formam, encontra-se o processo de busca e rotina dentro das empresas, que colaboram para criar um ambiente propício ao aprendizado. Os meios de aprendizado potencializam ou impõem limites para a formação das diferentes capacidades geradas em uma empresa, dentre as quais as capacidades dinâmicas, seja de absorção de conhecimento, adaptação ou inovação (TEECE, 1994 e 2014; LUNDVALL, 2001; TEIXEIRA et al, 2016).

Considerando que os resultados no plano das inovações (que podem ser observados) são resultados das capacidades desenvolvidas pelas empresas, e estas capacidades (dentre as quais as dinâmicas, de complexa mensuração/observação) são influenciadas por processos de aprendizado desenvolvidos dentro de empresas e setores (mecanismos que podem ser analisados), é possível analisar os resultados tecnológicos (as inovações) a partir da perspectiva dos processos de aprendizado que possibilitam aquela transformação ou resultado, assim como as fontes das informações internas e externas utilizadas. Os meios de aprendizado originais são os contextualizado por Malerba (1992): *learning by doing*, *learning by using*, *learning by searching*, *learning by interacting*, *learning from advances in science and technology* e, *learning from inter-industry spillovers*.

O mecanismo *learning by doing* (aprender fazendo) ocorre no ambiente interno à empresa, com o desenvolvimento das habilidades em meio as atividades produtivas. O aprendizado ocorre na prática e a partir do ato de fazer, construir um produto, e se dá principalmente no estágio de produção industrial. Isto gera um fluxo contínuo de modificações e inovações incrementais nos produtos e processos. Por outra via, nem todo o conhecimento foi codificado, se faz necessário a existência de conhecimento tácito no processo e/ou operação, de modo que haja desenvolvimento crescente das habilidades de produção.

Tanto usuários como fabricantes aprendem por meio do *learning by using* (aprender usando). O uso de M&E, matérias-primas e produtos gera conhecimentos e capacidades que permitem melhorias no produto e no processo. O usuário aprende sobre o produto e os processos enquanto retornam aos produtores informações pertinentes que podem ser utilizadas para melhora do desempenho. Rosenberg (2006) destaca a importância deste processo para a produção de bens de capital, uma vez que as características de um bem de capital durável não podem ser entendidas antes de uma prolongada experiência de uso do equipamento. Principalmente para a produção sob-encomenda, de um produto singular produzido de acordo com as necessidades dos clientes, a utilização traz aprendizado e conhecimento que retorna as linhas produtivas.

O *learning by searching* também ocorre em ambiente interno a empresa através da formalização de atividades ligadas ao desenvolvimento tecnológico que faz gerar novos conhecimentos, como é o caso da P&D. O monitoramento, atividades para o desenvolvimento e a busca de tecnologias geram novos conhecimentos e ampliam as capacidades para inovar. O esforço direcionado para este desenvolvimento tecnológico possibilita as empresas traçarem suas próprias trajetórias, desenvolvendo seus próprios produtos e processos para produzi-los.

O *learning by interacting* (aprendizado por interação) combina o aprendizado que acontece dentro da própria fábrica (*learning by doing*) com aqueles que ocorrem com consumidores e fornecedores (*learning by using*). O ponto central é a interatividade entre produtor e consumidor. O aprendizado aqui se dá em decorrência da troca de informações entre usuário e produtor, mas também ocorre por via de relações com universidades e outros atores e permitem gerar conhecimento. Tal forma de aprendizado tem sido cada vez mais utilizada por setores de alta tecnologia, onde os serviços de suporte para o melhoramento do produto são constantes e importantes para o sucesso competitivo das empresas.

O *learning from advances in science and technology* (avanço na ciência e tecnologia) ocorre por via de fontes externas à empresa. Este mecanismo consiste em absorver e aprender com o avanço da ciência e tecnologia. Novos produtos, materiais, conhecimento ou transformações realizadas por outras empresas, em universidades ou mesmo em outros setores industriais podem ser aplicados e utilizados. Por se tratar de um conhecimento ou informação externa, todas as empresas podem se beneficiar, mas depende das capacidades de aprendizado individual da firma melhor absorver e utilizar este conhecimento para seus devidos fins. Descobertas em universidades normalmente são públicas e possibilitam o aprendizado e inovação a partir do avanço deste conhecimento.

O *learning from inter-industry spillovers* também ocorre em ambiente externo à empresa. Trata-se de conhecer o que os competidores e outras firmas da indústria estão fazendo em termos de dinâmica produtiva, processos inovativos – produtos e processos e resultados alcançados, de forma direcionar o desenvolvimento e a busca tecnológica da firma. Esse aprendizado é derivado do reconhecimento do ambiente no qual está inserida a firma, que pode acarretar um conjunto de externalidades positivas e, conseqüentemente, melhoramentos em produtos e processos.

Os processos de aprendizado estão relacionados tanto ao ambiente interno como externo da empresa, e diferem com relação aos processos de absorção do conhecimento, utilização e resultados possíveis de serem alcançados (FERNANDES, 2008). Cohen e Levinthal (1994), Zahra e George (2002) e Easterby-Smith et al (2005) já destacavam a capacidade de absorção como fundamental aspecto da capacidade dinâmica. Trata-se das capacidades de adquirir, absorver, transformar e explorar o conhecimento interno e externo, de acordo com o interesse da empresa.

Diferentes padrões de capacidade de absorção de conhecimento se relacionam com distintos tipos de conhecimento, diferentes fronteiras de atuação, agentes ou fontes pelo qual o conhecimento é absorvido. Para cada tipo específico de conhecimento, se diferenciam os processos de aprendizado, assim como os resultados passíveis de ocorrerem. Uma empresa deve apresentar capacidades de absorver informações de

fornecedores de M&E, materiais, componentes, clientes e concorrentes, da mesma indústria ou adjacentes, universidades, dentre uma diversidade de fontes de informações (MUROVEC; PRODAN, 2009).

Nestes termos, ganha importância entender e cruzar os processos de aprendizado, as fontes do conhecimento absorvido, junto aos diferentes resultados possíveis de se alcançar. Nos mercados modernos as empresas dependem cada vez mais do conhecimento de parceiros e da cadeia de fornecedores para identificar o conhecimento externo e convertê-lo em valor para a empresa, uma firma absorve conhecimento e técnicas com fornecedores que vai impactar principalmente a inovação em seus processos produtivos. O mesmo ocorre com os *feedbacks* dos clientes, sobre a utilização dos produtos e necessidades do mercado, que vão direcionar o desenvolvimento tecnológico dos produtos (SAENZ et al, 2014).

Azedegan (2011) identifica a associação positiva entre capacidade de inovação e o desempenho na gestão da rede de fornecedores, que conforme Saenz et al (2014) é potencializada pela compatibilidade organizacional e de conhecimento entre os parceiros. Nas relações com os parceiros (clientes e fornecedores), não apenas a empresa atinge vantagem competitiva, mas o grupo de empresas que se relacionam podem construir uma “vantagem colaborativa” (CHEN; PAULRAJ, 2004). Neste quadro, Rosa e Ruffoni (2014) consideram importante a interação Universidade-Empresa, que possibilitam a melhora nos processos ou potencialize a realização de inovações conforme o nível de capacidade de absorção de conhecimentos externos destas empresas.

A abordagem das capacidades dinâmicas, mecanismos de aprendizado, fontes de conhecimento e resultados em inovações constitui referencial para análise de como a tecnologia é absorvida e/ou repassada de/para outras empresas e instituições (tecnologia exógena), a partir de relações com fornecedores, clientes, universidades e outros agentes; e/ou, desenvolvidas pela própria empresa (tecnologia endógena), que ocorre nas relações de produção, projetos, departamentos de P&D; ou, a partir da combinação do conhecimento externo com o conhecimento interno. Não apenas os resultados e as capacidades no plano das inovações importam, mas os processos de aprendizado e as fontes de informação para absorção do conhecimento, que possibilitarão, portanto, as diferentes transformações e resultados tecnológicos.

3. PADRÃO DE INOVAÇÃO E CONCORRÊNCIA DA INDÚSTRIA DE BENS DE CAPITAL

Os bens de capital são utilizados continuamente nos processos produtivos, sem que haja sua transformação, como ocorre com outros insumos. Outros setores econômicos demandam bens de capital para que possam produzir, portanto, a aquisição de bens de capital caracteriza-se como um investimento produtivo ou para geração de capacidades de prestação de serviços.

Destaca-se o papel de difusora de progresso tecnológico desta indústria, visto que participa de todas as cadeias produtivas. Por outro lado, a presença de um setor doméstico produtor de bens de produção aumenta os efeitos de encadeamento para trás e o efeito multiplicador de expansão primária dos gastos autônomos na economia, ampliando o mercado interno e o potencial de geração de emprego e renda. Quando uma nação importa considerável proporção de seus bens de capital, parte dos efeitos positivos de retroalimentação dos investimentos é desviada para o exterior (ALÉM; PESSOA, 2005).

As firmas produtoras de bens de capital delimitam-se em três gêneros: maquinaria elétrica, maquinaria mecânica (M&E) e de material de transporte. Apenas o segundo constituído representa exclusivamente bens de capital (VERMULM; ERBER, 2002). Na indústria de bens de capital são produzidos M&E – associados à indústria mecânica – e ônibus e caminhões – referentes à indústria de material de transporte. A fronteira tecnológica encontra-se na mecatrônica, ocorrendo nas últimas décadas uma profunda incorporação da eletrônica na produção e nos produtos da indústria mecânica (M&E). A ampliação do conteúdo eletrônico e de *software* na produção do setor elevou, ainda mais, a já existente heterogeneidade entre os fabricantes no conjunto produtivo de M&E (ALÉM; PESSOA, 2005).

No plano interno das firmas, os determinantes da produção se expressam segundo suas especificações técnicas (padrões tecnológicos de produção), onde a produção ocorre de forma seriada ou sob encomenda. Os bens de capital seriados são produzidos em escala (ou em série), com relativa padronização de projetos, uma vez que a produção se relaciona com tecnologias mais maduras (dominadas). Tal padrão produtivo exige plantas industriais rígidas e mão-de-obra especializada. Levando em conta os

níveis de amadurecimento tecnológico, a engenharia ocorre em processo, fazendo com que a busca por produtividade, eficiência produtiva, redução de custo e aumento da qualidade sejam fontes dinâmicas de capacidade competitiva. Quanto mais madura e difundida for a tecnologia em processo envolvida na produção, mais o preço torna-se determinante na definição da dinâmica da concorrência do mercado, apesar de a qualidade e os serviços de assistência técnica continuarem como outros elementos competitivos. Os investimentos seguem na direção da ampliação da capacidade instalada, e as inovações são incrementais e em processo, mesmo que seja alta a incidência de inovações em produto (BERTASSO, 2009)

Por outra via, a produção de bens de capital sob encomenda apresenta características técnicas singulares a cada projeto, que muitas vezes têm a utilização definida pelas necessidades dos clientes. Este padrão abrange uma gama de equipamentos flexíveis, de sofisticação tecnológica e mão-de-obra com qualificação capaz de desenvolver tecnologias distintas do padrão. A engenharia reversa e a inovação em produtos se destacam na definição do padrão produtivo. A concorrência ocorre através da personalização e diferenciação produtiva. Investimento em aprendizado, treinamento e P&D tornam-se eixo motor de competências tecnológicas e competitivas para tais empresas (BERTASSO, 2009).

Araújo (2011), classificando a produção de M&E de acordo com a taxonomia de Pavitt (1984), Campos e Urraca (2009) e Silva e Suzigan (2014), considera o setor de bens de capital como de “fornecedores especializados” (*specialised suppliers*). Pela taxonomia de Marsili e Verspagen (2001), Gonçalves e Yonamini (2013) consideram como regime de engenharia de produto. Contudo, Araújo destaca características que os aproximam também das outras categorias de classificação. A fabricação de bens de capital seriados é, em parte, intensiva em escala (*scale intensive*), enquanto, a fabricação de bens de capital sob encomenda resulta em produtos singulares, e pode definir suas próprias trajetórias tecnológicas (*science based*). Isso demonstra uma relativa heterogeneidade na fabricação de Bens de Capital.

No plano macroeconômico, outros determinantes impactam o setor. O desempenho da indústria de bens de capital – e M&E – é pró-cíclico, condicionado pelo ciclo de investimento da economia. Apenas após os setores econômicos se utilizarem da capacidade ociosa instalada ou desejarem modernizar suas instalações, demandarão M&E, sendo necessários crescimento e estabilidade econômica para que haja demanda sustentada ou investimento. Vermulm (2003) salienta o caráter instável da demanda de M&E pelo forte componente expectacional nas decisões de investimento, e que bens de capital são ativos de baixa liquidez e de retorno em um horizonte de longo prazo.

Vermulm e Erber (2002) mencionam dentre outras variáveis macroeconômicas, o juro e o câmbio como variáveis essenciais na definição da competitividade do setor em economias abertas. O juro condiciona o financiamento da produção e comercialização das M&E. O câmbio, se valorizado, viabiliza a modernização produtiva, facilitando a aquisições de M&E e compras no mercado internacional; se desvalorizado, encarece a modernização e diminui as importações de M&E, protegendo produtores nacionais e estimulando setores econômicos vinculados.

De uma forma geral, as expectativas futuras de crescimento dos diversos setores econômicos contribuem para o desempenho da produção de M&E. O ambiente de crescimento econômico estável estimula a expansão e o desenvolvimento do setor. Por outro lado, recessões e um ambiente econômico instável causam incertezas que influenciam nas expectativas futuras, ocasionando efeitos negativos à indústria de bens de capital. Máquinas e equipamentos são ainda mais sensíveis às oscilações do mercado por figurarem exclusivamente como bens de capital; mais especificamente, o segmento de máquinas sob encomenda é impactado de forma mais intensiva, uma vez que as expectativas e a duração dos projetos relacionam-se com condições de longo prazo e de complexidade tecnológica maior (VERMULM, 2003).

4. ANÁLISE DAS INOVAÇÕES, FONTES DE CONHECIMENTO, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E PROCESSOS DE APRENDIZADO NA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NACIONAL

A produção nos diversos setores produtivos ou mesmo de prestação de serviço na economia não ocorre sem a utilização de bens de capital ou M&E que possibilitem as operações. Quando ocorrem mudanças na produção dos segmentos que demandam M&E, os produtores das M&E devem se adaptar ou

desenvolver sua produção conforme as transformações da demanda, e em muitos casos são os produtores de M&E os próprios fornecedores das novas tecnologias para produção em outros setores da economia. Trata-se de um setor que se relaciona com uma gama de outros setores e com o processo de transformação das tecnologias dentro destes. Sendo assim, é natural observar em M&E uma elevada taxa de empresas inovadoras (proporcional de empresas que inovaram, em produto e/ou processo, em relação ao total de empresas do setor), devido a exigência do mercado por desenvolvimento de novas M&E e processos para produção.

Por outro lado, apesar de acima da média da indústria de transformação, extrativa, eletricidade/gás e serviços, em meio a indústria de transformação o segmento de M&E posicionou-se na 7ª posição no *ranking* dos setores com maiores taxas (proporcional) de empresas inovadoras no período de 2012-14, conforme dados da PINTEC (2014)¹. Esta posição não é baixa, se considerarmos as características dos setores acima no *ranking*, em sua maioria naturalmente envolvidos com o lançamento de novos produtos no mercado, com alta ou baixa intensidade tecnológica (exemplos de dois extremos: indústria eletrônica e de alimentos). Os segmentos da indústria nacional de transformação com maiores proporcionais de empresas inovadoras, para o período de 2012-14, foram: (i) produção de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos; (ii) farmoquímicos e farmacêuticos; (iii) produtos químicos; (iv) máquinas, aparelhos e materiais elétricos; (v) produtos alimentícios; (vi) fabricação de móveis; e, (vii) máquinas e equipamentos.

Tabela 1 – Segmentos com mais elevada taxa de empresas inovadoras com relação ao total das empresas, na indústria e serviços, Brasil, 2009 a 2014*.

Atividades da indústria e serviços	2009-2011		2012-2014	
	Total	(%) de empresas inovadoras	Total	(%) de empresas inovadoras
Total	128699	36	132529	36
Indústrias extrativas	2421	19	2708	42
Indústrias de transformação	114212	36	115268	36
Produtos alimentícios	14013	41	13846	45
Produtos químicos	3517	59	3632	50
Farmoquímicos e farmacêuticos	458	54	406	52
Equip. de informática, eletrônicos e ópticos	1618	59	1542	68
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2201	44	2170	47
Fabricação de máquinas e equipamentos	6228	41	6588	40
Outros equipamentos de transporte	530	65	598	38
Fabricação de móveis	5799	45	6168	44
Eletricidade e gás	503	44	468	29
Serviços	11564	37	14085	32
Atividades dos serviços de tecnologia da informação (produção de software)	3695	45	5043	46
Pesquisa e desenvolvimento	25	95	20	90

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2011 e 2014).

* Esta tabela contou com apenas duas publicações da PINTEC, com fins de comparar as taxas de empresas inovadoras entre os principais segmentos nos últimos anos de análise, não sua evolução.

No segmento produtor de M&E em específico, no período entre 2001-03 e 2003-05, a força do movimento das inovações foi em produtos (75,7% das empresas inovadoras). O período foi marcado pelo aumento do número de empresas (7,2%), com redução do número de empresas inovadoras (-3,1%). Isto levou a redução da taxa de empresas inovadoras de 43,5% para 39,4%, conforme dados da Tabela 2.

¹ Por ser realizada a cada 3 anos, e por analisar as informações das empresas ao longo deste período, os dados e publicações da PINTEC dizem respeito a janelas de tempo de 3 anos. Por esta razão, as janelas temporais das tabelas são de 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008, 2009-2011 e 2012-2014.

No plano dos dispêndios (visível na Tabela 3), entre 2003 e 2005, ocorreu um salto nos gastos/investimentos com a aquisição de outros conhecimentos externos e absorção das inovações tecnológicas introduzidas no mercado. Tal ocorrência sinalizou o movimento das empresas imitadoras em busca da atualização/absorção tecnológica, cópia/produção de outros produtos, em vista que a concentração das inovações foi em produtos “Novos para as empresas”, e não “Novos para o mercado nacional” (dados visíveis na Tabela 2).

Entre 2003-05 e 2006-08, a tendência foi inversa, com redução no número de empresas do setor (-4,3%), apesar do aumento no número de empresas inovadoras (24%), em contrapartida, a uma notável redução dos investimentos com P&D (-33,5%). Tal movimento se relacionou com a aquisição de tecnologia (inovação) em processo a partir de fornecedores internacionais de M&E, que viabiliza a modernização produtiva. Em 2008 a taxa de empresas inovadoras alcançou 51%, sendo que 75% destas inovaram em processo, em essência, “Novos para as empresas”, não para o mercado nacional.

Para os anos 2009-11, ocorreu a redução do número (9,1%) e da taxa de empresas inovadoras no setor (51% para 41%), apesar do aumento do número de empresas (em 12,2%). Das inovadoras, mais de 70% inovaram em produto ou processo, e 42,5% inovaram em ambos. Destacou-se a inovação “nova para o mercado nacional”, com 39,4% das inovações em produto e 11% em processo. Em relação a 2006-08, o dobro de empresas lançou produtos novos para o mercado nacional, o triplo em processo. Em complemento, aumentou o número e proporcional de empresas que inovaram em “Organização e *marketing*”, assim como “Projetos incompletos ou abandonados”.

Tabela 2 - Tipos de inovações promovidos pelas empresas da indústria de máquinas e equipamentos, número, proporcional de empresas e variação, Brasil, 2001-2014.

Descrição	Período e Proporcional das Empresas										VAR (%)	
	2001-2003	(%)	2003-2005	(%)	2006-2008	(%)	2009-2011	(%)	2012-2014	(%)	2003-2014	2012-2014
Total de empresas	5411		5799		5551		6228		6588		21,7	5,8
Empresas inovadoras*	2354	44	2282	39	2831	51	2573	41	2657	40	12,9	3,3
Das Empresas inovadoras:**		100%		100%		100%		100%		100%		
Inovação de produto	1674	71	1728	76	1781	63	1839	71	1650	62	-1,4	-10,3
Produto novo para a empresa	1397	59	1239	54	1356	48	1075	42	1018	38	-27,1	-5,3
Produto novo no mercado nacion.	346	15	524	23	560	20	1014	39	791	30	128,6	-22,0
Inovação de processo	1631	69	1350	59	2128	75	1827	71	2430	91	49,0	33,0
Processo novo para a empresa	1566	67	1214	53	2066	73	1555	60	2262	85	44,4	45,5
Processo novo no mercado nacion.	80	3,4	150	6,6	82	2,9	286	11,1	235	9	193,8	-17,8
Inovação de produto e processo	950	40	795	35	1078	38	1094	43	1423	54	49,8	30,1
Projetos inacabados e abandonad.	186	7,9	224	10	111	3,9	396	15	155	6	-16,7	-60,9
Inovações organiz. e <i>marketing</i>	1554	29	2105	36	1471	27	2113	82	2191	82	41,0	3,7

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008, 2011 e 2014).

* O proporcional das empresas nesta linha refere-se ao total de empresas do setor.

** O proporcional das empresas a partir desta linha refere-se ao total de empresas inovadoras do setor.

Entre 2009-11 e 2012-14 continuou a crescer o número de empresas do setor (em 5,8%), as empresas inovadoras (em 3,3%), mantendo a taxa de empresas inovadoras em 40%. Destacou-se a inovação em processo, mais de 90% das empresas que inovaram, no qual 62% inovaram em produtos. Retomou-se a importância da P&D para implementação da inovação, nas empresas com estes departamentos. Isto possibilitou projetarem seus próprios produtos, em muitos casos, novos para o mercado nacional. Das

inovações em produto, 44% trataram de “novos para o mercado nacional”, proporcional superior ao do início do período (20%, 30%, 29% e 49%, nos anos de 2003, 2005, 2008 e 2011, respectivamente).

A partir da evolução do número, da taxa de empresas inovadoras, da novidade e espécie de inovação para a empresa e/ou mercado, e a análise por períodos nas páginas anteriores, observa-se que ocorreu a evolução nas capacidades de desenvolvimento tecnológico - principalmente em processos - das empresas inovadoras de M&E da indústria nacional. Esta tendência, para o caso das inovações em produto, foi gradual ao longo da década. Para o caso das inovações em processo apenas a partir de 2009 se destacou o movimento de inovação para o mercado nacional. Para o fim do período analisado, 2011 a 2014, das empresas inovadoras 62% inovaram em produto, dentre os quais 48% para o mercado nacional, enquanto 91% inovaram em processo, sendo 10% para o mercado nacional. Apesar do maior proporcional de empresas inovando em processo ao longo do período, foi a inovação dos produtos que se destacou como “Novos para o mercado nacional”.

A redução dos níveis de investimento com P&D interno observado ao longo dos anos 2000 foi um movimento observado em diversos setores da indústria de transformação brasileira, mas se destacou em M&E: o índice caiu de 1,2% para 0,5%, entre 2000 e 2008. Para a presente década este percentual alcançou 0,73% no ano de 2011 (nível similar ao da indústria de transformação), e 0,8% em 2014. A retomada do investimento veio acompanhada do reestabelecimento da importância da P&D como atividade inovativa para o desenvolvimento tecnológico das empresas no setor, para as empresas que investem neste departamento/atividade (visível na Tabela 4). Na indústria de transformação, a retomada foi mais sutil (níveis de 0,7% em 2000, 0,6% nos anos de 2003, 2005 e 2008, retornando para 0,7% entre 2011 e 2014).

No plano dos dispêndios com atividades para a inovação, o setor seguiu intensivo em gastos com “outras atividades inovadoras”, principalmente “aquisição de M&E”, em detrimento ao investimento com P&D. Ao longo do período analisado (2001 – 2014), em média, os dispêndios com atividades para inovação somaram 3,1% da receita líquida de vendas, dentre os quais 0,7% foi investido em P&D, 1,6% na aquisição de novas M&E, e 0,8% em outras atividades como aquisição de P&D e/ou outros conhecimentos externos, aquisição de *softwares*, treinamento, introdução das inovações tecnológicas no mercado, projetos industriais e outras preparações técnicas. Nestes termos, a aquisição de M&E foi considerada a atividade mais importante e dispendiosa para as empresas atualizarem suas capacidades de desenvolvimento tecnológico (informações visíveis nas Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 – Dispêndios realizados nas atividades inovativas com relação a receita líquida de vendas das empresas produtoras de M&E no Brasil, proporcional (%), 2001 a 2014.

Descrição \ Ano	2000	2003	2005	2008	2011	2014	Média
<u>Gastos com atividades inovativas/ Receita líquida - Percentual (%)</u>							
Indústria de transformação	3,9	2,5	2,8	2,6	2,5	2,2	2,8
Indústria de M&E	4,1	3,3	4,1	3	2,1	2,2	3,1
<u>P&D/Receita Líquida - Percentual (%)</u>							
Indústria de transformação	0,65	0,55	0,58	0,64	0,72	0,68	0,6
Indústria de M&E	1,15	0,71	0,55	0,46	0,73	0,8	0,7
<u>Outros gastos atividades inovativas/ Receita Líquida - Percentual (%)</u>							
Indústria de transformação	3,2	1,9	2,2	2	1,74	1,48	2,1
Indústria de M&E	3	2,5	3,6	2,6	1,38	1,38	2,4
<u>Aquisição M&E/Receita Líquida - Percentual (%)</u>							
Indústria de transformação	2	1,2	1,3	1,3	1,16	0,86	1,3
Indústria de M&E	2	1,9	1,8	2	0,91	0,87	1,6

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008 e 2011).

Ao longo do período analisado, ocorreu a redução dos gastos com as atividades inovativas na indústria de transformação e de M&E, tanto para a aquisição de M&E, P&D ou outras atividades (Tabela 3). Em contrapartida, aumentou as capacidades de inovação das empresas do setor, com base na taxa de inovação de empresas, novos produtos para o mercado nacional e processos para as empresas (como

apontado anteriormente). Isto significa que as empresas produtoras de M&E da economia nacional se basearam em outras atividades inovativas menos dispendiosas que P&D e aquisição de M&E para fortalecerem suas capacidades de desenvolvimento tecnológico (inovações em processo ou produto). A utilização de outras atividades para a inovação e o aumento da absorção de conhecimento tecnológico por via de outras fontes ou agentes externos podem ser consideradas alternativas para os elevados gastos com atividades voltadas para inovação.

As formas de geração de capacidades para o desenvolvimento tecnológico consolidadas mais importantes, conforme a Tabela 4, foram: (1º) a “Aquisição de máquinas e equipamentos”, principalmente para o início da década e entre 2006-08; (2º) “Treinamento”, ao longo de toda a década, tornando-se quase tão importante como aquisição de M&E; em seguida, ocorreu a (3º) “Aquisição de *software*”; enquanto as “Atividades internas de P&D” seguem na (4ª) posição como atividade de mais alta importância para a capacitação tecnológica na indústria de M&E.

Tabela 4 – Grau de importância* (alta, média e baixa) das atividades inovadoras para as empresas da indústria de máquinas e equipamentos que inovaram no Brasil, em números, variação e proporcional de empresas, 2001-2014.

Descrição	Período										VAR (%)		
	2001-2003	%	2003-2005	%	2006-2008	%	2009-2011	%	2012-2014	%	2003-2014	2011-2014	
Empresas inovadoras da indústria	2.354		2.282		2.831		2.573		2.657		12,9	3,3	
Atividades Internas de P&D	Alta	697	30	664	29	343	12	639	25	519	20	-25,6	-18,8
	Média	121	5	212	9	143	5	618	24	194	7	60,0	-68,7
	Baixa	1.537	65	1.406	62	2.345	83	1316	51	1945	73	26,5	47,8
Aquisição externa de P&D	Alta	45	2	170	7	142	5	121	5	64	2	43,0	-46,8
	Média	25	1	24	1	29	1	46	2	64	2	157,3	39,8
	Baixa	2.284	97	2.088	91	2.659	94	2406	94	2529	95	10,7	5,1
Aquisição de outros conhecimentos externos	Alta	203	9	258	11	201	7	165	6	247	9	21,5	49,5
	Média	63	3	100	4	126	4	177	7	151	6	139,0	-14,9
	Baixa	2.088	89	1.924	84	2.504	88	2231	87	2260	85	8,2	1,3
Aquisição de Máquinas e equipamentos	Alta	1.515	64	1.052	46	1.634	58	995	39	1208	45	-20,2	21,4
	Média	297	13	299	13	491	17	418	16	398	15	33,9	-4,9
	Baixa	542	23	931	41	706	25	1160	45	1051	40	94,0	-9,4
Treinamento	Alta	1.069	45	1.033	45	1.011	36	937	36	1099	41	2,8	17,3
	Média	438	19	288	13	692	24	565	22	668	25	52,4	18,2
	Baixa	848	36	960	42	1.128	40	1071	42	890	34	5,0	-16,9
Introdução das inovações Tecnológicas no mercado	Alta	354	15	600	26	402	14	447	17	448	17	26,6	0,2
	Média	235	10	236	10	397	14	393	15	556	21	136,6	41,5
	Baixa	1.765	75	1.446	63	2.032	72	1732	67	1653	62	-6,3	-4,5
Projeto industrial e outras preparações técnicas	Alta	832	35	720	32	879	31	541	21	766	29	-7,9	41,6
	Média	430	18	383	17	356	13	288	11	384	14	-10,8	33,2
	Baixa	1.092	46	1.178	52	1.596	56	1743	68	1507	57	38,0	-13,5
Aquisição de Softwares	Alta	-		425	19	881	31	863	34	790	30	-	-8,5
	Média	-		127	6	432	15	209	8	275	10	-	31,4
	Baixa	-		1.730	76	1.518	54	1501	58	1593	60	-	6,1

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008 e 2011).

* Os níveis de importância que se encontram na segunda coluna da Tabela são: alta, média e baixa importância. Quando solicitadas as empresas deveriam escolher um dos três níveis para cada atividade. Nas terceira e quarta colunas, respectivamente, se encontram (i) a quantidade de empresas que consideram aquele nível de importância da atividade, e (ii) o proporcional de empresas, com relação ao total de empresas inovadoras do setor.

A “Aquisição de máquinas e equipamentos” para a capacitação tecnológica das empresas foi considerada como principal característica o repasse tecnológico dos fornecedores (tecnologia externa), principalmente em processo, que viabiliza a atualização produtiva do setor. A “Aquisição de *software*” seguiu com características similares, gerando capacidades em projetos, alterações na estrutura de operação das máquinas, e, eficiência produtiva. Neste quadro, deve-se considerar que as atividades de P&D e os investimentos com projetos se relacionam com a capacidade de desenvolvimento de novos produtos, ou adaptação de novas tecnologias. O “Treinamento” que capacita os recursos humanos da firma para o processo de inovação, embora seja a 2ª atividade mais importante, contou com menos de 2% dos investimentos.

A aquisição de M&E e de *software*, como meios de capacitação tecnológica, se relaciona com o aprendizado das empresas no ato de fazer (*learning by doing*) e usar (*learning by using*), que ocorrem no ambiente interno das empresas. A aquisição de um novo maquinário ou *software* traz a necessidade de absorver novos conhecimentos, técnicas e capacidades, que ativam na empresa o processo de aprender pelo ato de “fazer”, construir, ou desenvolver, seus produtos a partir de um novo processo com novos softwares ou maquinários em suas linhas de produção. Ocorre o desenvolvimento de habilidades dentro das atividades produtivas, e meio ao estágio de produção industrial. Uma série de modificações e inovações incrementais são susceptíveis de ocorrerem, na medida que a empresa aprende melhor sobre o processo e o desempenho dos produtos.

Após o processo de instalação do maquinário adquirido, absorção ou desenvolvimento de novas habilidades e técnicas sobre como fazer/produzir os produtos, as novas M&E e softwares são utilizados exaustivamente na produção de outras M&E (no caso da indústria de BC), ocorrendo o processo de aprendizado pelo ato de usar (*learning by using*). Para a empresa que utiliza esta nova estrutura, o reconhecimento de novas práticas, materiais, combinações, defeitos e possibilidades de uso gera conhecimento e capacidades permitem melhorias incrementais no desempenho dos produtos/processos.

Em plano teórico Rosemberg (2006) já destacava a importância dos processos de aprendizado *by doing* e *by using* para a produção de Bens de Capital, uma vez que se trata de bens duráveis, e suas características não podem ser entendidas antes de uma prolongada experiência de uso e produção deste equipamento. Os resultados empíricos seguem na direção desta perspectiva teórica.

Tabela 5 – Principal responsável pelas inovações, em produto ou processo, das empresas inovadoras da indústria de máquinas e equipamentos do Brasil, em números, variação e proporcional de empresas, 2001-2014.

Descrição	Período										VAR (%)	
	2001-2003	%	2003-2005	%	2006-2008	%	2009-2011	%	2012-2014	%	2003-2014	2011-2014
<u>Em produto:</u>	1.674		1.728		1.781		1839		1650		-1	-10,3
A empresa	1.512	90	1.539	89	1.495	84	1689	91,8	1324	80,3	-12	-21,6
Outra empresa do grupo	45	3	37	2	35	2	36	2	101	6,1	125	182
Cooperação com empresas/instit.	24	1,4	88	5	178	10	69	3,8	175	10,6	629	154
Outras empresas ou instituições	93	5,6	63	3,6	72	4	45	2,4	49	3,0	-47	9,7
<u>Em processo:</u>	1.631		1.350		2.128		1827		2430		49	33
A empresa	78	4,8	263	20	282	13	573	31	918	38	1078	60
Outra empresa do grupo	12	0,7	21	1,6	19	1	32	2	67	3	455	108
Cooperação com empresas/instit.	18	1,1	45	3	48	2	72	4	195	8	981	170
Outras empresas ou instituições	1.523	93	1.021	76	1.780	84	1150	63	1251	51	-18	8,8

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008 e 2011).

* Proporcional de empresas com relação ao total de empresas que inovaram em (i) produto, ou (ii) processo.

O usuário retorna para o produtor informações pertinentes que são utilizadas para melhorar o produto, a partir do mecanismo *learning by using*. A partir deste último desenvolve-se o aprendizado

learning by doing no produtor. Em meio a esta interação ocorre o *learning by interacting*, a partir da combinação do aprendizado interno (dentro da própria fábrica) com externo (aqueles que ocorrem com consumidores e fornecedores). A análise das relações com estes agentes possibilita mensurar a intensidade do processo de aprendizado.

O treinamento, por sua vez, possibilita melhorar os processos de aprendizado e podem ser direcionados, assim como os resultados esperados. Sendo assim, não se encontra atrelado a um processo de aprendizado específico, pode ser utilizado para melhorar habilidades, capacidades e meios de aprendizado específico ou geral.

O substancial crescimento das inovações “Novas para o mercado” e o posicionamento ativo de um seleto grupo de empresas no que tange o investimento em P&D se relacionam com o aprendizado por meio da busca/pesquisa (*learning by searching*). Este processo também ocorre em ambiente interno através da formalização de atividades ligadas ao desenvolvimento tecnológico, que faz gerar novos conhecimentos. Apesar da P&D exemplificar o caso, não ocorre apenas desta forma. A busca por novos conhecimentos e técnicas, o monitoramento, e as atividades para o desenvolvimento tecnológico que gera novos conhecimentos e amplia as capacidades para inovar pode ser encontrado nas rotinas e diferentes departamentos da firma. Este esforço, direcionado para o desenvolvimento tecnológico, possibilita as empresas traçarem suas próprias trajetórias, elaborando seus próprios produtos ou processos para produzi-los.

No caso das inovações em produto, a própria empresa foi a principal responsável pela inovação (92% das inovações em 2009-11, 80% em 2012-2014). Por outro lado, ocorreu a evolução do proporcional e número de inovações em produto “Novos para o mercado nacional”, que alcançou 52% e 56% das inovações em produto no período de 2009-11 e 2012-12. Além de serem as principais responsáveis, destaca-se justamente que empresas do setor tem apresentado capacidades de inovação para o mercado.

Considerando as inovações em processos, confirmou-se o repasse tecnológico através dos fornecedores (outras empresas e instituições), mesmo que tenha ocorrido a redução da participação deste responsável para inovações em processo. Em 2001-03, 93% das inovações em processo deveu-se ao repasse externo. Em 2012-14 este proporcional baixou para 51%. Ganhou importância a própria empresa como responsável pelas próprias inovações em processo, alcançando 31% das empresas que inovaram neste quesito em 2011, 38% em 2014.

Sendo assim, no plano das fontes de informações tecnológicas externas (Tabela 6) que as empresas fazem uso para atualizarem conhecimento e capacidades, por ordem de importância, tem-se: (1º) “Clientes/consumidores”, (2º) “Redes de informação informatizadas”, (3º) “Fornecedores” e (4º) “Feiras e exposições”, ganhando importância outras fontes de informação como: “concorrentes, consultoria, centro de capacitação profissional e instituições de testes, ensaios e certificações”. Perdeu importância relativa “Feiras e exposições, conferências, encontros e publicações”. Apesar de uma estrutura estável das fontes de informação para inovação das empresas ao longo do período analisado, de forma sutil, ocorreu uma diversificação destas fontes.

O relacionamento com “Clientes/consumidores” e “Fornecedores” são fontes de informação que se relacionam diretamente com o aprendizado por meio da interação (*learning by interacting*). Foi destacado que o usuário retorna para o produtor informações pertinentes sobre um produto que serão utilizadas para sua melhora, desenvolvendo o aprendizado *learning by doing* no produtor, a partir do *learning by using* do usuário. Em meio a esta interação ocorre o *learning by interacting*, a partir da combinação do aprendizado interno (dentro da própria fábrica) com externo (aqueles que ocorrem com consumidores e fornecedores). Os dados confirmam que este processo de aprendizado foi fundamental para a capacitação tecnológica das firmas no setor. Tais mecanismos de ganharam relevância em detrimento do aprendizado por meio de busca (*learning by searching*), apesar do retorno da importância deste aprendizado nos últimos anos analisados.

A cooperação pode potencializar o progresso tecnológico, reduzindo/diluindo custos com pesquisas e facilitando transferência de conhecimento/técnicas. As parcerias ocorrem nos planos produtivo, tecnológico, mercadológico ou organizacional. Quando as empresas buscam o desenvolvimento tecnológico, a cooperação toma contornos de transformação industrial, potencializando o desenvolvimento de processos e de novos produtos nas empresas envolvidas. Considerando os dados coletados, os objetivos

mais comuns para a cooperação foram (Tabela 7): treinamento, investimentos em P&D, testes, ensaios, troca de informações e desenvolvimento tecnológico conjunto.

Tabela 6 – Importância das fontes de informação para as empresas da indústria de máquinas e equipamentos que implementaram inovações no Brasil, em números, variação e proporcional de empresas, 2001 – 2014.

Descrição/Importância	Período e proporcional de empresas						VAR (%)						
	2001-2003	%	2003-2005	%	2006-2008	%	2009-2011	%	2012-2014	%	2003-2014	2011-2014	
Total de empresas que inovaram	2.354		2.282		2.831		2573		2657		13	3	
Fontes Internas													
Departamento de P&D	Alta	289	12	296	13	341	12	719	28	520	20	80	-28
	Média	49	2	84	4	113	4	215	8	90	3	83	-58
	Baixa	487	21	512	22	61	2	520	20	245	9	-50	-53
Outras áreas	Alta	1.348	57	1056	46	1368	48	688	27	875	33	-35	27
	Média	394	17	492	22	752	27	809	31	732	28	86	-10
	Baixa	612	26	734	32	711	25	1076	42	1050	40	72	-2
Fontes Externas													
Outra empresa do Grupo	Alta	149	6	99	4	346	12	103	4	194	7	30	88
	Média	42	2	36	2	47	2	44	2	116	4	176	164
	Baixa	116	5	153	7	115	4	200	8	147	6	27	-26
Fornecedores	Alta	656	28	855	38	938	33	734	29	712	27	9	-3
	Média	578	25	507	22	1021	36	693	27	993	37	72	43
	Baixa	1.120	48	920	40	871	31	1146	45	952	36	-15	-17
Clientes/consumidores	Alta	1051	45	1313	58	1291	46	1138	44	1306	49	24	15
	Média	521	22	490	22	855	30	791	31	920	35	77	16
	Baixa	782	33	479	21	684	24	643	25	431	16	-45	-33
Concorrentes	Alta	434	18	451	20	502	18	464	18	472	18	9	2
	Média	421	18	468	21	630	22	586	23	815	31	94	39
	Baixa	1.500	64	1363	60	1698	60	1522	59	1370	52	-9	-10
Consultoria	Alta	116	5	265	12	267	9	156	6	184	7	59	18
	Média	136	6	137	6	490	17	385	15	247	9	81	-36
	Baixa	2102	89	1880	82	2074	73	2031	79	2226	84	6	10
Universidades e Centros de Pesquisa	Alta	136	6	218	10	163	6	199	8	91	3	-33	-54
	Média	82	4	122	5	325	12	254	10	212	8	159	-17
	Baixa	2136	91	1941	85	2343	83	2119	82	2354	89	10	11
Institutos de pesquisa ou centros tecnológicos	Alta	-	-	-	-	240	9	188	7	164	6	-	-13
	Média	-	-	-	-	172	6	193	8	269	10	-	39
	Baixa	-	-	-	-	2419	85	2192	85	2224	84	-	1
Centros de Capacitação Profissional e Ass. Técnica	Alta	115	5	236	10	359	13	170	7	253	10	120	49
	Média	248	11	225	10	336	12	444	17	383	14	55	-14
	Baixa	1.991	85	1821	80	2136	76	1959	76	2021	76	2	3
Instituições de testes, ensaios e certificações	Alta	216	9	239	11	243	9	349	14	240	9	11	-31
	Média	288	12	296	13	355	13	395	15	436	16	51	10
	Baixa	1851	79	1746	77	2232	79	1828	71	1981	75	7	8
Conferencias, encontros e publicações	Alta	277	12	401	18	490	17	214	8	260	10	-6	22
	Média	592	25	431	19	439	16	455	18	479	18	-19	5
	Baixa	1.486	63	1450	64	1901	67	1904	74	1918	72	29	1
Feira e Exposições	Alta	995	42	871	38	1134	40	569	22	975	37	-2	71
	Média	533	23	542	24	656	23	492	19	856	32	61	74
	Baixa	826	35	869	38	1040	37	1512	59	827	31	0	-45
Redes de informação informatizadas	Alta	816	35	959	42	1540	54	976	38	1604	60	97	64
	Média	486	21	590	26	629	22	546	21	539	20	11	-1
	Baixa	1.053	45	733	32	662	23	1051	41	515	19	-51	-51

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008, 2011 e 2014).

As parceiras com universidades e centros de pesquisa viabilizam tanto o desenvolvimento como ensaios de novos produtos, além de muitas vezes trazerem inovações em processos para as empresas. A parceria/cooperação tecnológica com concorrentes, além do repasse de informações tecnológicas, também pode reduzir custos com P&D ou com as atividades inovativas, ou mesmo desenvolver produtos e processos em determinada trajetória tecnológica individual e diferenciada, beneficiando ambas as empresas.

Considerando tais aspectos, das empresas inovadoras, conforme a Tabela 7, 17% apresentaram parceria ou cooperação entre 2012-2014, 27% no período de 2009-2011. Percentual ainda é baixo, mas o crescimento foi substancial. Entre 2001-03, 4,5% das empresas inovadoras estabeleceram cooperação, 9% entre 2003-05 e 14% entre 2006-08. Subiu de 393 para 687 o número de empresas que estabeleceram cooperação entre 2008 e 2011 (27% das empresas inovadoras), reduzindo para 439 empresas entre 2012 e 2014 (17% das empresas inovadoras). Foi crescente não apenas o número de empresas, mas a importância para estas empresas, a colaboração para potencializar suas capacidades de desenvolvimento tecnológico.

As características mais relevantes apontadas indicam que empresas ativas buscam por desenvolvimento de tecnologia, geram suas oportunidades econômicas e constroem trajetórias tecnológicas de produtos e processos, a partir de seus esforços de busca, absorção de conhecimento e desenvolvimento de capacidades tecnológicas. Gera-se, em algumas empresas, tecnologia nova até mesmo para o mercado. As outras empresas se destacam como conservadoras ou imitadoras, cuja busca tecnológica se baseiam na absorção e adaptação de tecnologia existente.

Tabela 7 – Grau de importância da parceria para as empresas da indústria de máquinas e equipamentos que mantêm cooperação com outras empresas ou instituições no Brasil, em números, variação e proporcional de empresas, 2001 - 2014.

Descrição / Importância	Período										VAR (%)		
	2001-2003 (%)	2003-2005 (%)	2006-2008 (%)	2009-2011 (%)	2012-2014 (%)	2003-2014	2012-2014						
Total de empresas inovadoras	2354	2282	2831	2573	2657	13	3926						
Total que mantêm cooperação	105	4	202	9	393	14	687	27	439	17	318	565	
Do total que mantiveram cooperação:	100%	100%	100%	100%	100%								
Clientes ou consumidores	Alta	57	54	134	66	204	52	320	47	211	48	271	220
	Média	5	5	8	4	22	6	152	22	98	22	1869	49
	Baixa	43	41	60	30	168	43	216	31	129	29	200	96
Fornecedores	Alta	22	21	115	57	163	41	311	45	178	41	708	169
	Média	12	11	39	19	62	16	141	21	169	39	1311	157
	Baixa	71	68	48	24	168	43	235	34	92	21	29	39
Concorrentes	Baixa	103	98	176	87	373	95	621	90	383	87	271	480
	Alta	7	7	18	9	117	30	68	10	27	6	281	-60
	Média	7	7	44	22	26	7	95	14	40	9	472	-39
Empresas de consultoria	Baixa	91	87	140	69	250	64	524	76	372	85	309	464
	Alta	10	10	31	15	54	14	134	20	41	9	306	-38
	Média	11	10	45	22	6	2	90	13	55	13	402	-16
Universidades e institutos de pesquisa	Baixa	84	80	126	62	333	85	463	67	343	78	308	420
	Alta	9	9	37	18	47	12	102	15	38	9	326	-42
	Média	6	6	17	8	11	3	116	17	65	15	976	-2
Centros de capacitação profissional e ass. Técnica e Instituições de testes, ensaios	Baixa	90	86	148	73	336	85	469	68	336	77	273	409

Fonte: Elaboração própria, dados PINTEC (2003, 2005, 2008, 2011 e 2014).

* Proporcional de empresas com relação ao total de empresas que mantiveram cooperação.

A evolução da “Cooperação para o desenvolvimento das inovações” das empresas no setor, por sua vez, pode ser analisada a partir da Tabela 7. Os “Clientes/consumidores” seguido pelos “Fornecedores”

foram os principais parceiros. Universidades e institutos de pesquisa, junto com os Centros de capacitação, assistência técnica e as instituições de testes, ensaios e certificações, seguiram como outros importantes parceiros, apesar de serem importantes para uma pequena proporção de empresas. Consultoria foi importante entre 2006-08, enquanto os clientes e fornecedores atingiram sua maior importância entre 2003-05. As parcerias com universidades e institutos de pesquisa foram as que mais exibiram o objetivo de “P&D e ensaios para testes de produtos”.

5. CONCLUSÕES

No plano das características das inovações, apesar da redução da taxa de empresas inovadoras (proporção de empresas que inovam em relação ao total de empresas) no segmento de M&E nos últimos anos analisados, os resultados demonstraram o aumento da importância da própria empresa como o principal responsável pelas inovações para si própria, e também para o mercado. As empresas não apenas copiaram e incrementaram inovações em produto já existentes ao seu *portfólio*, mas lançaram “Novos produtos no mercado nacional”, e em menor escala, “Novos processos no mercado nacional”. Este desempenho inovativo de lançar novos produtos e processos demonstram aumento da capacidade de as empresas desenvolverem sua própria tecnologia.

Teoricamente, as capacidades dinâmicas dizem respeito a capacidade de uma empresa ou grupo de empresas (até mesmo um setor produtivo) ir além da inovação, e reconstruir seus meios e capacidade de se adaptar e inovar. O desempenho (resultados) em inovações de um setor/empresa está ligado às capacidades de inovação, uma capacidade substancial, não dinâmica. A dificuldade em mensurar a capacidade dinâmica nos levou a analisar os processos de aprendizado e seus resultados, que apesar de não explicitar as capacidades complexas que geram os resultados, demonstraram como ocorreu o processo de absorção de um determinado conhecimento de uma fonte ou atividades que puderam transformar o conhecimento tecnológico, gerando os resultados observados e o processo de aprendizado envolvido. Para isto, além das características (resultados) das inovações, foi fundamental entender quais as principais atividades/práticas que potencializaram o desenvolvimento das inovações, quais os resultados e utilidades destas atividades para as empresas, as fontes de informação interna e externa utilizadas, assim como os resultados possíveis de serem alcançados, vinculados aos seus processos de aprendizagem específicos.

No plano das atividades que potencializaram o desenvolvimento das inovações, os resultados apontaram que as principais atividades foram: (1º) a “Aquisição de M&E”; (2º) “Treinamento”; (3º) “Aquisição de *software*”; e, (4º) as “Atividades internas de P&D”. A aquisição de M&E se posicionou como principal fonte tecnológica para as empresas no setor (principalmente para os processos produtivos), e tem como característica o repasse tecnológico dos fornecedores (tecnologia exógena). O “Treinamento”, por sua vez, possibilitou a renovação de conhecimento e práticas internas às empresas, potencializando as capacidades não apenas para a inovação. A “Aquisição de *software*” seguiu com características similares a de aquisição de M&E, entretanto, gerou capacidade no desenvolvimento de projetos, alterações na estrutura de operação das máquinas e eficiência produtiva. As “Atividades internas de P&D” e desenvolvimento de projetos demonstraram ser importantes, assim como alvo de investimentos, apenas para um seleto grupo de empresas do setor, e se relacionou intimamente com o desenvolvimento interno de projetos dos novos produtos e novas tecnologias para produzi-los.

Dentre as práticas, confirmou-se que o relacionamento e a cooperação com agentes externos são essenciais para a absorção de conhecimento externo, que combinado ao conhecimento de base da empresa, possibilitou gerar novas capacidades de inovação sem a necessidade de substanciais dispêndios. Nestes termos, no plano das fontes de informação para absorção do conhecimento tecnológico ocorreu uma relativa diversificação. Em ordem de importância, destacaram-se as principais fontes de informação/conhecimento: (1º) “Clientes/consumidores”; (2º) “Redes de informação informatizadas”; (3º) “Fornecedores”; e, (4º) “Feiras e exposições”.

Buscando aproximar as atividades, resultados e esforços para a inovação no segmento com os meios de aprendizado, a aquisição de M&E e de *software* se relacionaram com o aprendizado das empresas no ato de fazer (*learning by doing*), e através do uso das novas e antigas técnicas e M&E para produzir, que se

desdobra em aprendizado no ato de usar (*learning by using*). Um seletivo grupo de empresas (20% do total) se relacionaram intensamente com a P&D, que se desdobrou em aprendizado por meio da busca (*learning by searching*). Este processo possibilitou a elaboração de novos projetos e produtos, ou mesmo processos para produzi-los. Em conjunto, os três processos de aprendizado internos resultaram na geração de conhecimento/tecnologia endógena, apesar de o último apresentar maior capacidade para as firmas desenvolverem suas próprias trajetórias tecnológicas.

O relacionamento com “Clientes/consumidores” e “Fornecedores” são fontes de informação que podem ser absorvidas e incorporadas a partir do aprendizado que ocorre por meio da interação (*learning by interacting*). Na pesquisa realizada, este processo demonstrou ser fundamental para a capacitação tecnológica das firmas no setor. O conhecimento absorvido por via dos clientes difere dos fornecedores. Este ocorre por via de *feedback* de produtos, conhecimento dos processos dos clientes e sinalizações das necessidades do mercado; enquanto, com fornecedores o conhecimento absorvido provém de aquisição de M&E e conhecimento sobre processos produtivos e de novos materiais decorrente das interações decorrentes.

Nestes termos, respondendo à pergunta de pesquisa, no plano dos processos produtivos os dados apontaram as necessidades de repasse tecnológico por via dos fornecedores, apesar da intensa elevação das próprias empresas como responsáveis pelas inovações, e aumento do índice de “novos processos para o mercado” nacional. A grande parte das inovações em processo foram novas apenas para as empresas, sendo assim, absorvidos por fontes externas, principalmente dos fornecedores de M&E. No plano do desenvolvimento dos produtos, destacou-se a inovação de “novos produtos para o mercado nacional”. As próprias empresas foram as responsáveis pelas inovações em produto, com aumento do índice da cooperação com outras empresas e instituições para tal. Sendo assim, apesar da necessidade de repasse tecnológico dos processos produtivos por parte dos fornecedores, foram crescentes o desempenho e os resultados em inovação em processo e principalmente produto por parte do segmento produtor de M&E da economia nacional.

Apesar de uma estrutura lógica baseada na aquisição de M&E que possibilita transformações de processos produtivos, as empresas absorveram informações sobre produtos, outros processos e mercado junto aos clientes e fornecedores. E, a partir da utilização de uma série de outras atividades e fontes que possibilitaram a absorção de conhecimento, um seletivo grupo de empresas do setor (22% do total, que implementaram tanto inovações em produto como em processos) aumentaram suas capacidades de desenvolvimento tecnológico, que repercutiu sobre o desempenho inovativo do segmento como um todo.

Assim sendo, no plano da capacidade de inovação do setor, observou-se um aumento desta capacidade substancial, diante o posicionamento tecnológico ativo de um seletivo grupo de empresas que influenciou os resultados gerais. Apesar de os dados não serem suficientes para confirmar ganhos de capacidade dinâmica por parte destas empresas, a análise dos processos de aprendizado indicou ganhos de capacidade de desenvolvimento tecnológico próprio (endógeno), com aumento da intensidade do *learning by searching*. Em conformidade com a tendência de intensificação das relações com os parceiros da cadeia produtiva, intensificou-se o *learning by interacting*, enquanto as bases da transformação do conhecimento do setor de M&E, o *learning by using* e o *by doing*, continuaram consolidados como os principais processos de aprendizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI (2011). **O núcleo tecnológico da indústria brasileira**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), 2011.
- ALÉM, A.C., PESSOA. R.M. O Setor de Bens de Capital e o Desenvolvimento Econômico: quais são os desafios? **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 71-88, set. 2005.
- ARAÚJO, B. C. **O núcleo tecnológico da indústria brasileira – bens de capital**. IPEA. Brasília, 2011.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatórios anuais**. Vários anos.
- BERTASSO, B. F. **Bens de capital seriados**. Perspectiva de investimento em mecânica - Projeto PIB, UFRJ-IE. Campinas, jan. 2009.

CAMPOS, B. C.; URRACA, A. R. Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro (RJ), 8 (1), p.167-210, janeiro/junho, 2009.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning an innovation. **Administrative Science Quarterly**, vol. 35, n.1, mar. 1990, p. 128-152.

EASTERBY-SMITH, M. GRACA, M. ANTONACOPOULOU, E. FERDINAND, J. Absorptive Capacity in Practice: An Empirical Examination of Zahra and George's Model. In: 6th **International Organizational Knowledge, Learning and Capabilities Conference**, Bentley College, Waltham, 2005.

FERNANDES, R. L. Capacitação e estratégias tecnológicas das empresas líderes da indústria têxtil-confecções no estado de Santa Catarina. Dissertação DE Mestrado em Economia – Programa de Pós-Graduação em Economia. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008

HELFAT, C. E. and PETERAF, M. A. (2003). 'The dynamic resource-based view: capability lifecycles'. **Strategic Management Journal**, 24, 10, 997–1010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE **Pesquisa de Inovação Tecnológica**. RJ: IBGE, 2000, 2003, 2005, 2008 E 2011.

LUNDVALL, B. A. Why the new economy is a learning economy. **Druid Working Paper**, nº.04-01, Aalborg, 2001.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, p. 845-859, July. 1992.

MARSILI, O.; VERSPAGEN, B. Technological regimes and innovation: Looking for regularities in Dutch manufacturing. ECIS, Eindhoven University of Technology, Netherlands, 2001.

MUROVEC, N.; PRODAN, I. **Absorptive capacity, its determinants, and influence on innovation output: Cross-cultural validation of the structural model**. Technovation, (in press), 2009.

PAVITT, K. **Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory**. Research Policy. nº. 13, p. 343-737, 1984.

ROSA, A. C.; RUFFONI, J. Mensuração da capacidade absorptiva de firmas que possuem interação com universidades. **Revista Economia e Desenvolvimento**, vol. 26, n. 1, 2014.

SAENZ, M. J., KNOPPEN, D., REVILLA, E. Absorptive Capacity in Buyer-supplier Relationships: Empirical Evidence of Its Mediating Role. **Journal of supply chain management**, April, 2014.

SILVA, C. F. E SUZIGAN, W. **Padrões setoriais de inovação da indústria de transformação brasileira**. Estudos econômicos, vol.44 no.2 São Paulo abr./jun. 2014.

TEECE, D. J. 2007. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. **Strategic Management Journal**, 28: 1319-1350.

TEECE, D. J. 2014. A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. **Journal of International Business Studies** (2014), 45, 8–37.

TEECE, D. J., & Pisano, G. **The dynamic capabilities of firms: An introduction**. Industrial and Corporate Change, 3: 537-556, 1994.

TEECE, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, 18: 509-533. 1997.

TEECE, D. Profiting from technological innovation. **Research Policy**, 15 (6), 285–305.1986.

TEIXEIRA, A. L .S; ROSA, A. C.; RUFFONI, J; RAPINI, M. S. Dimensões da capacidade de absorção, qualificação da mão de obra, P&D e desempenho inovativo. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas (SP), 15 (1), p. 139-164, janeiro/junho 2016.

WANG, C. L. and Ahmed, P. K. (2007). Dynamic capabilities: a review and research agenda. **The International Journal of Management Reviews**, 9 (1): 31-51.

VERMULM, R.; ERBER, F. Cadeia: bens de capital. **Estudo da Competitividade de Cadeias Integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio**. UNICAMP-IE-NEIT, 2002. (Nota Técnica Final).

VERMULM, R. **A indústria de bens de capital seriados**. Convênio CEPAL/IPEA. Dezembro de 2003.

ZAHRA, S. A. E GEORGE, G. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. **Academy of Management Review**, 27 (2): 185-203. 2002.

ZAHRA, S. A., SAPIENZA, H. J.; DAVIDSSON, P. Entrepreneurship and Dynamic Capabilities: A Review, Model and Research Agenda. **Journal of Management Studies** 43(4):pp. 917-955, 2006. Accessed from <http://eprints.qut.edu.au>